

### KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	<b>IB_IBW_BW_1/5</b>
Nazwa modułu	<b>Balistyka wewnętrzna</b>
Nazwa modułu w języku angielskim	<b>Internal Ballistics</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2013/2014</b>

### A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>Inżynieria Bezpieczeństwa</b>
Poziom kształcenia	<b>I stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>stacjonarne</b>
Specjalność	<b>Inżynieria Bezpieczeństwa Wewnętrznego</b>
Jednostka prowadząca moduł	<b>Katedra Technik Komputerowych i Uzbrojenia</b>
Koordinator modułu	<b>Dr hab. inż. Sławomir Spadło, prof. PSk</b>
Zatwierdził:	

### B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>kierunkowy</b>
Status modułu	<b>obowiązkowy</b>
Język prowadzenia zajęć	<b>polski</b>
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>piąty</b>
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	<b>semestr zimowy</b>
Wymagania wstępne	<b>Wiedza na temat budowy broni strzeleckiej i amunicji, znajomość podstawowych charakterystyk materiałów wybuchowych, chemii, termodynamiki, mechaniki płynów</b>
<b>Egzamin</b>	<b>nie</b>
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
<b>w semestrze</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>15</b>	<b>-</b>

## C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

<b>Cel modułu</b>	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami balistyki wewnętrznej broni konwencjonalnej i raketowej.
-------------------	--

Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć (w/ć/l/p/inne)	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
W_01	Ma wiedzę z zakresu fizyki umożliwiającą rozumienie zjawisk i procesów fizycznych zachodzących w układach miotających i napędowych.	Wykład/ Projekt	K_W02_IB W	T1A_W01 InzA_W02
W_02	Ma wiedzę w zakresie opisu matematycznego przemian fizykochemicznych związanych ze spalaniem materiałów wysokoenergetycznych.	Wykład/ Projekt	K_W03_IBW	T1A_W01 T1A_W07
W_03	Ma wiedzę na temat istotnych elementów broni strzeleckiej i amunicji związanych ze zjawiskiem strzału.	Wykład/ Projekt	K_W11	T1A_W01 T1A_W02 T1A_W03 T1A_W07 InzA_W02
W_04	Ma wiedzę teoretyczną oraz zna budowę i zasady działania aparatury wykorzystywanej do badań właściwości stałych materiałów miotających.	Wykład/ Projekt	KS_W03_IBW	T1A_W03 T1A_W05
W_05	Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące podczas pracy z materiałami wysokoenergetycznymi	Wykład/ Projekt	KS_W04_IB W	T1A_W02 T1A_W03 T1A_W05
U_01	Potrafi obliczać istotne parametry zjawisk i procesów związanych ze spalaniem materiałów wysokoenergetycznych.	Wykład/ Projekt	KS_U03_IB W	T1A_U02 T1A_U11
U_02	Potrafi korzystać z literatury fachowej, w celu pozyskania niezbędnych informacji w zakresie balistyki wewnętrznej.	Wykład/ Projekt	KS_U03_IB W	T1A_U02 T1A_U11
U_03	Potrafi ocenić społeczne, ekonomiczne, prawne i inne pozatechniczne skutki użytkowania materiałów miotających i napędowych.	Wykład/ Projekt	KS_U03_IB W	T1A_U02 T1A_U11
K_01	Rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania się, poznawania nowych technik i metod stosowanych w balistyce wewnętrznej, uczestnictwa w kursach i szkoleniach z zakresu balistyki wewnętrznej.	Wykład/ Projekt	K_K01	T1A_K01
K_02	ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny, przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania różnorodności poglądów i kultur.	Wykład/ Projekt	K_K03	T1A_K05
K_03	ma świadomość społecznych, ekonomicznych, prawnych oraz pozatechnicznych skutków użytkowania materiałów wysokoenergetycznych.	Wykład/ Projekt	K_K06	T1A_K03 T1A_K07

### Treści kształcenia:

#### 1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	<i>Klasyfikacja zagadnień balistyki, zadania balistyki wewnętrznej. Równania stanu gazów prochowych. Wzór Noblego-Abela. Podstawowe równanie</i>	W_01 U_01

	<i>pirostatyki.</i>	K_01 K_02 K_03
2	<i>Geometryczne prawo spalania. Charakterystyki geometryczne ziaren prochowych. Prawo wydzielania gazów prochowych. Prędkość spalania prochu</i>	W_01 W_03 U_01 U_03 K_01 K_02 K_03
3	<i>Metodyka badań doświadczalnych charakterystyk energetyczno-balistycznych stałych materiałów miotających.</i>	W_01 W_03 U_01 U_03 K_01 K_02 K_03
4	<i>Budowa i zasada działania klasycznego układu miotającego broni palnej. Zjawisko strzału – podział na okresy. Krzywe balistyczne.</i>	W_01 W_03 U_01 U_03 K_01 K_02 K_03
5	<i>Bilans energii strzału. Podstawowy wzór pirostatyki. Prace drugorzędne gazów prochowych.</i>	W_04 U_01 U_02 K_01 K_02 K_03
6	<i>Problem główny balistyki wewnętrznej (PGBW) broni lufowej.</i>	W_01 W_02 U_01 U_03 K_01 K_02 K_03
7	<i>Rodzaje oraz budowa i zasada działania silników raketowych na paliwo stałe (SRPS)</i>	W_02 U_02 K_01 K_02 K_03
8	<i>Równanie Bernoulliego. Parametry spiętrzenia i krytyczne. Przepływ gazów przez dyszę.</i>	W_01 W_03 U_01 U_03 K_01 K_02 K_03
9	<i>Ciąg. Impuls całkowity oraz impuls jednostkowy ciągu. Wpływ impulsu na charakterystyki lotu rakiety.</i>	W_01 W_03 U_01 U_03 K_01 K_02 K_03
10	<i>Prawo szybkości spalania stałego paliwa raketowe-go (SPR). Funkcja ciśnieniowa, temperaturowa i erozyjna. Bilans masy gazów w komorze spalania SRPS. Problem główny balistyki wewnętrznej silników raketowych.</i>	W_01 W_03 U_01 U_03

		K_01 K_02 K_03
11	<i>Samoregulacja ciśnienia w komorze spalania SRPS Stabilna i niestabilna praca SRPS</i>	W_01 W_03 U_01 U_03 K_01 K_02 K_03
12	<i>Budowa i zasada działania silników raketowych na paliwo stałe (SRPS).</i>	W_01 W_03 U_01 U_03 K_01 K_02 K_03
13	<i>Procesy wewnątrzkomorowe w SRPS. Nagrzewanie komór spalania i dysz podczas pracy silnika raketowego. Ochrona termiczna</i>	W_01 W_03 U_01 U_03 K_01 K_02 K_03
14	<i>Elementy konstrukcyjne SRPS oraz SRPC</i>	W_01 W_03 U_01 U_03 K_01 K_02 K_03
15	<i>Elementy diagnostyki elementów konstrukcyjnych SRPS</i>	W_04 W_05 U_01 U_03 K_01 K_02 K_03

## 2. Treści kształcenia w zakresie zadań projektowych

Nr zajęć lab.	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	<i>Wyznaczanie charakterystyki fizyko-chemicznej materiałów wybuchowych miotających</i>	W_01 W_02 W_05 U_01 U_02 K_01 K_02 K_03
2	<i>Wyznaczanie charakterystyki fizyko-chemicznej materiałów wybuchowych miotających CD</i>	W_01 W_02 W_05 U_01 U_02 K_01 K_02 K_03
3	<i>Wyznaczanie charakterystyki fizyko-chemicznej materiałów wybuchowych miotających CD</i>	W_01 W_02

		W_05 U_01 U_02 K_01 K_02 K_03
4	Obrona projektu	K_01
5	Wyznaczanie charakterystyk ładunku napędowego silnika raketowego na paliwo stałe.	W_01 W_02 W_05 U_01 U_02 K_01 K_02 K_03
6	Wyznaczanie charakterystyk ładunku napędowego silnika raketowego na paliwo stałe.	W_01 W_02 W_05 U_01 U_02 K_01 K_02 K_03
7	Wyznaczanie charakterystyk ładunku napędowego silnika raketowego na paliwo stałe.	W_01 W_02 W_05 U_01 U_02 K_01 K_02 K_03
8	Obrona projektu	K_01

### 3. Charakterystyka zadań projektowych

W trakcie zajęć projektowych z przedmiotu "Balistyka wewnętrzna" studenci poznają podstawowe procesy termodynamiczne związane ze spalaniem materiałów miotających oraz materiałów pędnych do silników raketowych poprzez wyznaczanie właściwości ładunków miotających oraz charakterystyk ładunków napędowych silników raketowych na paliwo stałe.

### 4. Charakterystyka zadań w ramach innych typów zajęć dydaktycznych

## Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia <i>(sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)</i>
W_01	Sprawdzian podsumowujący na zakończenie semestru Zaliczenie projektu na podstawie obrony projektu.
W_02	Sprawdzian podsumowujący na zakończenie semestru Zaliczenie projektu na podstawie obrony projektu.
W_03	Sprawdzian podsumowujący na zakończenie semestru Zaliczenie projektu na podstawie obrony projektu.
W_04	Sprawdzian podsumowujący na zakończenie semestru Zaliczenie projektu na podstawie obrony projektu.
W_05	Sprawdzian podsumowujący na zakończenie semestru Zaliczenie projektu na podstawie obrony projektu.
U_01	Sprawdzian podsumowujący, udział w dyskusji na zajęciach projektowych, opracowanie projektu
U_02	Sprawdzian podsumowujący, udział w dyskusji na zajęciach projektowych, opracowanie projektu
U_03	Sprawdzian podsumowujący, udział w dyskusji na zajęciach projektowych, opracowanie projektu
K_01	Obserwacja studenta podczas zajęć dydaktycznych, dyskusje w trakcie ćwiczeń projektowych
K_02	Obserwacja studenta podczas zajęć dydaktycznych, dyskusje w trakcie ćwiczeń projektowych
K_03	Obserwacja studenta podczas zajęć dydaktycznych, dyskusje w trakcie ćwiczeń projektowych

## NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS		
	Rodzaj aktywności	obciążenie studenta
1	Udział w wykładach	30 h
2	Udział w ćwiczeniach	0 h
3	Udział w laboratoriach	0 h
4	Udział w konsultacjach (2-3 razy w semestrze)	5 h
5	Udział w zajęciach projektowych	15 h
6	Konsultacje projektowe	5 h
7	Udział w egzaminie	0 h
8		
9	<b>Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>55 h</b> <i>(suma)</i>
10	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego</b> <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	<b>2,1 ECTS</b>
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	20 h
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	0 h
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwiów	10 h
14	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	0 h
15	Wykonanie sprawozdań	0 h
15	Przygotowanie do kolokwium końcowego z laboratorium	0 h
17	Wykonanie projektu lub dokumentacji	20 h
18	Przygotowanie do egzaminu	0 h
19	Samodzielne wykonanie quizów	0 h
20	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>50 h</b>

		(suma)
21	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b> <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	<b>1,9 ECTS</b>
22	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>55+50=105</b>
23	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	<b>4 ECTS</b>
24	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> <i>Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi</i>	<b>60 h</b>
25	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b> <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	<b>2,4 ECTS</b>

#### D. LITERATURA

Wykaz literatury	<p>Podstawowa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. S. Torecki – <i>Balistyka wewnętrzna</i>, WAT Warszawa 1980,</li> <li>2. S. Torecki – <i>Balistyka wewnętrzna silników raketowych na paliwo stałe</i>, WAT Warszawa 1989,</li> <li>3. S. Torecki – <i>Podstawy termodynamiczne balistyki wewnętrznej i silników raketowych</i>, WAT Warszawa 1986,</li> </ol> <p>Uzupełniająca:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. S. Torecki – <i>Silniki raketowe</i>, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1984</li> <li>2. S. Wiśniewski – <i>Termodynamika techniczna</i>, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1980</li> <li>3. H. Krier, M. Summerfield – <i>Interior Ballistics of Guns</i>, Vol. 66 <i>Progress in Astronautics and Aero-nautics</i>, New York University, New York, 1981</li> <li>4. G.M. Moss, D.W. Leeming, C.L. Farrar – <i>Military Ballistics</i>, Brassey's – London – Washington, 1995</li> <li>5. L. HEGEL: <i>Encyklopedia materiałów wybuchowych</i>. WPW, Warszawa 1979</li> <li>6. D. U. Abuzow, W. M. Bobaliew: <i>Teoria i rasczjet raketnych dwigateliej twierdowo topliwa</i>. M. Maszynostrojenie, 1987,</li> <li>7. J.Corner. <i>Theory of the Interior Ballistics of Guns</i>. New-York-London 1950.</li> </ol>
Witryna WWW modułu/przedmiotu	